

車上診斷系統（OBD）控制軟體改裝對車輛污染排放影響之研究

林仁勇^{1*} 林海平²³ 鐘立偉¹ 王家閔³

¹大葉大學 資訊工程學系

²大葉大學 機械與自動化工程學系

³大葉大學 先進車輛科技研究中心

51591 彰化縣大村鄉學府路 168 號

*jylin@mail.dyu.edu.tw

摘要

車上診斷系統（on-board diagnostic, OBD）為針對引擎污染排放之控制系統元件進行監測與診斷是否故障的系統，若有控制元件劣化、故障或不當改裝之狀況，即有可能造成污染物嚴重排放。本論文主要針對使用中車輛污染排放控制系統軟體改裝對污染排放影響進行研究，透過選擇搭載歐規 EOBD 系統車輛及美規 OBD-II 車輛各一款型進行污染排放控制系統軟體的一階及二階改裝，再依環保署之“汽油汽車廢氣排放測試方法與程序”於車輛引擎電腦改裝前、後以不同惰轉轉速條件及車速條件等使用惰轉分析儀進行污染排放量測及 OBD 檢測。

從實驗結果顯示不管是歐規車或是美規車，在經過 ECU 軟體改寫調整後，行駛對應之行車型態時，廢氣中的 NO_x、THC、NMHC 及 CO₂ 排放值皆有增加的趨勢，而 CO 則是相對減少，但仍符合台灣的排污規範。而在軟體改裝防弊部分則可透過檢視 ECU 軟體的 CVN 碼來檢驗 ECU 軟體是否是原廠版本。本研究結果可做為日後引進使用中車輛實施 OBD 管制措施時在制度上設計規劃之參考。

關鍵詞：車上診斷系統，引擎污染排放控制，ECU 軟體

Effect of On-Board Diagnostic Control Software Modifications on Vehicle Pollution Emissions

JEN-YUNG LIN^{1*}, HAI-PING LIN²³, LIT-WEI CHONG¹ and CHIA-MIN WANG³

¹Department of Computer Science and Information Engineering, Da-Yeh University

²Department of Mechanical and Automotion Engineering, Da-Yeh University

³Advance Vehicle Technology Research Center, Da-Yeh University

No. 168, University Rd., Dacun, Changhua, Taiwan, 51591, R.O.C.

*jylin@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

On-board diagnostic systems (OBDs) are used for monitoring and diagnosing the functions of engine components to control exhaust emissions. Deterioration, malfunction, or improper installation of emission control components can result in severe exhaust pollution. This paper investigates the emissions of vehicles with emission control software that has been changed to meet both European Union and United States vehicle specifications. We conduct pollution emission tests in accordance with the "Gasoline Vehicle Emission Test Methods and Procedures" of the Environmental Protection Administration on two vehicles with their original electronic control unit (ECU) software and first-stage and second-stage modifications of the ECU software.

The test results indicate that the both European and American model cars have a tendency toward higher NO_x, THC, NMHC, and CO₂ emissions in the exhaust gas but lower CO emissions after the ECU software rewriting and adjustment. However, all pollution emissions still meet the emission regulations in Taiwan. In the software modification prevention section, we tested whether the ECU software was the original version by examining the Calibration Verification Number of the ECU software. The results of this research can be used as a reference when implementing OBD examinations for in-use vehicles in the future.

Key Words: on-board-diagnosis (OBD), vehicle emission control, ECU software

一、前言

由於環保意識的提升，對於車輛污染排放的法規也愈來愈嚴格。因此，各車廠在引擎之污染排放控制系統技術也不斷地演進提升以符合各國法規的規範。然而，若有污染排放控制元件在劣化、故障或不當改裝之狀況下，即有可能造成污染排放控制元件失效導致污染物嚴重排放。因此車廠在車輛既有 ECU (Engine Control Unit) 控制功能之外，加入診斷計算技術與邏輯來進行判斷污染排放控制元件是否失效，形成車上診斷系統 (on-board diagnostic, OBD)。

車上診斷系統為針對引擎污染排放之控制系統元件進行監測與診斷是否失效的系統。此一系統在車輛啟動後達到一定條件下開始運作，直到車輛引擎停止運轉後才停止運作，在移動污染源的控制上扮演非常重要的角色。然而，台

灣目前使用中車輛排放檢驗 (如表 1) 皆以怠轉測試為主 [4]，只有新車檢驗時加入 OBD 功能測定 [2]。事實上，車輛的污染排放跟速度及路況有關，有研究 [10] 指出在加速時碳氫化合物及二氧化碳的平均排放量是怠轉的 5 倍，NO 及 CO 則更高達 10 倍之多。而在 [3] 研究測試結果也顯示車輛因故障或為提升性能之改裝等因素而換裝市售觸媒轉化器時，在對應既有之使用中怠轉排氣檢驗制度仍可通過污染排放檢驗。此外，在 2015 年 9 月爆發的 Volkswagen EA189 柴油引擎的排污造假事件，也是利用怠轉測試與道路行駛之不同特性，在道路行駛時關閉部分污染排放控制功能以提升性能。因此在使用中車輛的污染排放檢驗如僅以怠轉測試作為通過與否的標準，對於污染排放控制而言將有不利之影響。

表 1. 我國使用中車輛管制現況

檢驗制度		交通工具		
		機車	柴油車	汽油車
定期檢驗	執行單位	環保機關	監理機關	監理機關
	檢驗地點	■ 機車定檢站	■ 監理所、站 ■ 民間代檢驗廠	■ 監理所、站 ■ 民間代檢驗廠
	檢驗方法	怠轉測試	怠轉測試	怠轉測試
不定期檢驗	執行單位	環保機關	環保機關	環保機關
	來源	■ 路邊攔檢、巡查 ■ 民眾檢舉	■ 路邊攔檢 ■ 民眾檢舉 ■ 目判黑煙	■ 民眾檢舉
	檢驗地點	■ 路邊攔檢 ■ 機車定檢站回檢	■ 路邊攔檢 ■ 柴油車排煙檢測站	■ 專案委託代檢廠 ■ 柴油車排煙檢測站
	檢驗方法	■ 怠轉測試	■ 無負載急加速試驗 ■ 全負載定轉速試驗	■ 怠轉測試

本研究目的在延續 [3] 的成果作進一步的探討研究。基於 [3] 的研究成果，本研究主要探討議題如下：

1. 使用中車輛污染排放控制系統軟體改裝對污染排放影響。
2. 評估可應用於使用中車輛 OBD 檢驗方法中之相關輔助措施，提出可有效鑑別車輛擅調改裝之建議方案。

由於在前期研究 [3] 中以國產車車型進行研究，其均屬歐規車輛，但因我國車輛法規屬雙軌制，在進口舊車部分有極高比例屬於美規車輛，由於美規 OBD II 之標準較歐規 EOBD 嚴格許多，鑒於舊車進口之銷售數量亦不少，本研究也針對美規 OBDII 車輛亦進行其在我國環境條件下之 OBD 相關各項研究，以期我國未來使用中車輛 OBD 檢驗制度能更全面且具可行性。

二、文獻探討

由於歐、美、日等國家對於已配備 OBD 車上診斷系統之車輛，在使用中車輛污染排放管制之制度措施中，除導入定期檢驗規範外，亦持續不斷地因應車輛新控制技術的演進與實務問題而進行相關的修正與強化，以確保 OBD 法規執行的成果效益可達政策目標。以下就 OBD 檢測實施及軟體改裝的相關文獻加以探討研究的必要性。

(一) 各國 OBD 法規

在美國，各州的污染排放管制政策並不相同，實施的定檢制度也不完全一樣，例如以美國 AAA (American Automobile Association) 網站所提供的美國各州排放檢驗資料顯示 [6]，有些州並沒有全州實施排放檢驗 (如 Alabama 州)，而有些州則必須經過排放檢驗後才能取得車輛註冊。而排放檢驗的制度規範有些是由環保部門規範 (如 Arizona: Department of Environmental Quality [7])，大部分則由監理單位規範。至於 OBD 排放定檢制度，以德州為例，排放測試共有三項，分別是：

1. Acceleration Simulation Mode 2 (ASM2)，
2. On-Board Diagnostic II (OBD II)，
3. Two-Speed Idle (TSI)。

其中 1997 年後的車型都必須通過 OBD II 檢驗。而在美國新罕布夏州 (New Hampshire) 最常未通過 OBD 檢驗的原因有三項 [14]：Not Ready、Non-Communication 及 Check Engine Light is On。

日本在 OBD 定檢上的應用比美國來得晚，不過在 108

年「利用車載故障診斷裝置進行車輛檢查的理想方法」最終報告書中 [5]，則除了要將 OBD 用於污染排放檢驗外，針對車輛之安全性相關項目也希望利用 OBD 檢驗方式來做為定檢規範。其新法規也要求自 2021 年 10 月 1 日之後的國產新車，在 2024 年 10 月 1 日開始將採用 OBD 檢驗作為車輛年度定檢方式，而進口新車則延後一年辦理。

而在歐盟，西班牙自 2018 年 9 月 10 日起，所有車輛定檢站都需配備車上診斷系統 OBD 掃描工具以對 EURO 5 & 6 (輕型車) 及 EURO VI (重型車) 車輛進行污染排放控制系統之檢查。德國則對於 2006 年 1 月 1 日以後掛牌車輛，如 OBD 可通過檢測則無須執行怠轉污染檢測。儘管歐盟 2014/45/EU 指令 [17] 中已經規範使用中車輛定檢中，對於配備車上診斷系統車輛，可使用 OBD 診斷掃描工具檢查作為排氣定檢之方法，而免執行怠轉污染排放量測。然而，由於車輛重要污染控制系統元件的改裝或拆除等，仍可透過改裝技術及引擎電腦軟體調整等手法即可使 OBD 系統無法進行真正的診斷而不會有故障碼及故障燈出現。因此德國自 2018 年 1 月 1 日起，所有車輛都仍必須在車輛定檢 (PTI) 測試期間直接量測排氣污染值。

中國大陸對於使用中汽油車輛的污染排放管制是依據 GB 18285-2018 「汽油車污染物排放限值及測量方法 (雙怠速法及簡易工況法)」 [1]，使用中車輛 OBD 檢查自 2019 年 11 月 1 日起實施。對於依法規已裝配有 OBD 系統之車輛，需連接 OBD 診斷儀器進行 OBD 檢查，而且在隨後進行的污染排放檢驗過程中 (簡易工況法或雙怠速法) 也不可斷開 OBD 診斷儀器。OBD 檢查項目包含 OBD 故障燈、故障碼、MIL 亮燈後行駛里程、準備就緒碼狀態。其中準備就緒碼未完成項目 (Not Ready) 如果有超過 2 項則會要求車主對車輛進行充分行駛後再複驗。

由各國 OBD 的實施法規顯示，以 OBD 檢驗逐漸取代以往的簡易工況法或雙怠速法已成為未來使用中車輛的檢驗規範。

(二) 車輛污染排放控制系統軟體改裝

因為各國氣候條件不同、油品不同、用車環境、駕駛習慣的不同，各國法規、環保、產品區域分級，並且還需要在保固期內不故障等眾多考量及環境應對能力，所以原廠設定有許多限制，降低引擎故障的風險安全值。各家廠牌及各個車款設定條件不一樣，最少都有 20% 以上的安全值，有些甚

至達到 40%。因此，許多車主為了追求自用車輛更高的馬力以及更順暢的引擎運轉，會尋求許多坊間改裝廠改裝車輛硬體，希望在追求馬力的同時讓車輛整體動態表現更優異，因而造就車輛引擎電腦（ECU）改裝的行業。

ECU 的改裝可分為三種類型：1.修改 ECU 程式碼，2.外掛電腦，3.更換專業級 ECU。在修改 ECU 程式碼的部分，因為原廠和晶片改裝商設計時都會加入保護設計來防止 ECU 的程式被解碼和盜拷，因此改裝時，ECU 改裝經銷商必須先把每台車的數據上傳到晶片改裝商去認證車身號碼、ECU 編號、年份/規格。在數據確定後，相關的程式才會下傳到經銷商的電腦，技師再用燒錄器把數據寫入空白晶片或經由 OBD 插口，把 ECU 內的 Flash-Rom 晶片程序更新。這種形式的 ECU 改裝方法不會給予使用者任何的調整空間，而其簡單的改寫方式也可以讓使用者自行改寫。例如英國 Superchips 公司 [9] 的 bluefin 裝置（如圖 1）即是一套可讀寫的設備。使用者購買後便可遵循 Superchips 公司的步驟，自行透過 OBD 接口改寫 ECU。此類改裝費用大約需要台幣一萬元以下。

外掛電腦方式則是以可程式 ECU 跨接在原來的 ECU 上。可程式 ECU 要依附原裝 ECU 一起使用，其控制機制是利用「截取」或「繞過」來變換原裝傳感器至 ECU 間的線組訊號，達到改變供油量和點火時間的效果。此類型產品的最大賣點是它的可調性。不同品牌和級別的外掛電腦可提供不同的調校空間，例如有些高檔型號允許大幅度改動供油和點火、turbo 引擎的增壓值、Vtec 的開關時機和引擎的斷油限制等。如果車輛動力系統經過大幅改裝，重要的性能數據（如壓縮比，渦輪增壓值等）已嚴重偏離原廠標準。外掛電腦可以把引擎改裝後的潛能完全發揮出來，而且由於原廠 ECU 的存在，車上大部分原裝電子功能仍能得以保存。但在使用這類電腦作大幅度調校時要非常小心，偶有不慎就會為引擎帶來災難性的後果。著名的外掛電腦品牌有 HKS 的 FC-Con [13]、GReddy e-manage [11]、Haltech E6X [12]、Apexi Power FC [8] 等（如圖 2），此類改裝所需硬體、線材及改裝工資等費用約需二萬~十萬元不等。

至於專業級 ECU 的改裝牽涉到更多車輛其他零組件的改裝，因此已經不是使用者可以輕易更動，必須由資深的技術人員負責相關的改裝程序。然而因為原廠 ECU 已經被專業級 ECU 所取代，因此一些車上原有的電子功能（如自我診斷故障和防打滑等）亦會失去，所以此類改裝應該無法通



圖 1. bluefin 燒錄器



(a) HKS F-CON V Pro Ver4.0

(b) GReddy E-manage for SUZUKI M16A SPORT 1.6



(c) Haltech E6X



(d) Apexi Power FC

圖 2. 引擎改裝外掛電腦

過 OBD 的系統檢驗。

由於 ECU 的軟體改裝著重於車輛性能，對於排放污染的要求並非其主要訴求，因此其排放污染極有可能超出污染排放標準，有必要針對其軟體改裝對於排放污染的影響作進一步研究探討。

三、研究方法

本研究選擇歐規 EOBD 規格及美規 OBD II 之小客車共兩款車型，進行污染排放控制系統軟體改裝對 OBD 定期檢驗方法的影響及歐規車與美規車在 OBD 檢驗的差異之研究。

(一) 車輛引擎電腦改裝、廢氣再循環 EGR 關閉或其它可藉由軟體擅調改裝之項目、方法研究

本研究選用之 2 輛車型如表 2 所示，其中 Mercedes Benz CLA250 車型為搭載美規 OBD-II 系統，Audi A1 為搭載歐規 EOBD 系統之車型，OBD-II 系統較 EOBD 系統多了一項油氣蒸發控制（EVAP；Evaporative Emission Control System），而本研究之 2 輛車型含氧感知器形式皆相同，前

表 2. 改裝實驗車輛規格

廠牌	Mercedes Benz	Audi
出廠年份/ 型號	2015 / CLA250 (C117)	2012 / A1
OBD 規制	OBD-II	EOBD
引擎族	M270 DE 20AL	GE-WR44VB-11
排氣量	1991 c.c.	1390 c.c.
進氣型式	渦輪增壓	渦輪增壓
最大馬力	211hp@5500rpm	122hp@5000rpm
最大扭力	35.7kgm@1200~4000rpm	20.4kgm@1500~4000rpm
驅動型式	前輪驅動	前輪驅動



圖 3. OBD 寫入 ECU 控制程式

含氧感知器為廣域 (Wide Band) 型含氧感知器，而後含氧感知器則是窄域 (Narrow Band) 型含氧感知器。

在軟體改裝上，則以最常見的 OBD 介面寫入改裝之 ECU 程式，改裝的工具如圖 3 所示 [18]。由於改裝工作需要專業技術，因此 ECU 調整改裝委託車輛 ECU 改裝業者進行。ECU 軟體改裝之重點在於調高渦輪增壓值、引擎轉速 3000rpm 以上之空燃比增濃、點火提前角度修正等重要參數。兩輛實驗車分別利用圖 3 的工具經由 OBD 接口將一階及二階兩種改裝軟體版本寫入 ECU 中進行實驗，其中一階與二階改裝版本主要差異在於動力值提升的不同。根據改裝廠的估算二階改裝動力值可提升到 25%，而一階約提高 10%，改裝後馬力值如表 3 所示。除 ECU 程式的改裝外，本次研究並未對車輛之排氣系統硬體進行改裝，皆使用原廠排氣系統及觸媒，讓實驗的控制變數僅侷限於軟體的更動，以了解其改裝的影響。

本研究租用工研院排污量測實驗室進行排放污染物量測，排污量測包括怠轉測試及實驗室底盤動力計行車型態測試。在行車型態上，美規車依規定使用之行車型態為 FTP-75 (如圖 4)，歐規車則使用 NEDC (New European Driving

表 3. 原廠狀態及一階二階 ECU 調整後之馬力值

車型	原廠狀態	一階改裝	二階改裝
Mercedes Benz CLA252	211 hp	236 hp	261 hp
Audi A1	122 hp	137 hp	152 hp

Cycle; 如圖 5) 行車型態。由於本實驗主要是要比較改裝前、後車輛污染排放量，因此每輛車皆進行三次 (原廠、一階改裝、及二階改裝 ECU 軟體) 的污染排放測試，並於每次污染排放測試時併同 OBD 檢測及進行 OBD 參數擷取。

按照環保署「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」流程 [2]，車輛需在符合規定之靜置區靜置至少 12 小時，在此期間不得有啟動引擎及熄火的動作，實驗流程如圖 6 所示。因此需在前一天將實驗車送往工研院之靜置區放置。在實驗開始前使用 OBD 掃描工具清除故障碼，即可啟動車輛開始實驗。在完成原廠 ECU 軟體的實驗後，對實驗車進行 ECU 軟體改裝，改裝完畢後車輛進入預備駕駛並送往靜置室，隔天再重複同樣之實驗步驟。

圖 7 為實驗車輛安置在車輛底盤動力計上，以實驗車帶動動力計，而動力計為利用滾筒，交流或直流馬達以及慣性

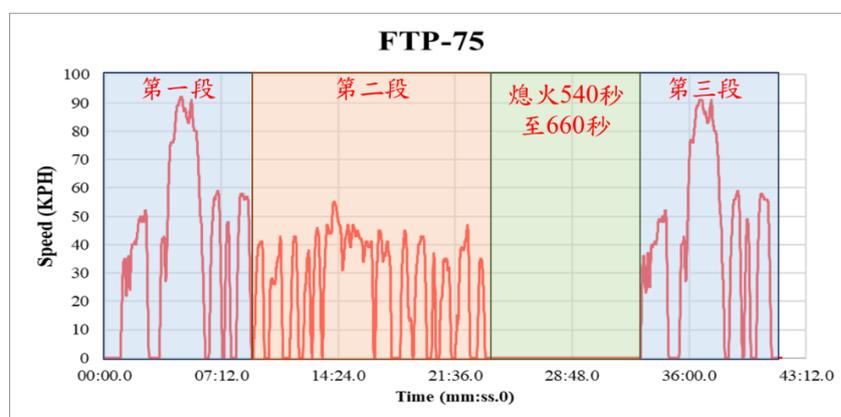


圖 4. FTP-75 行車型態

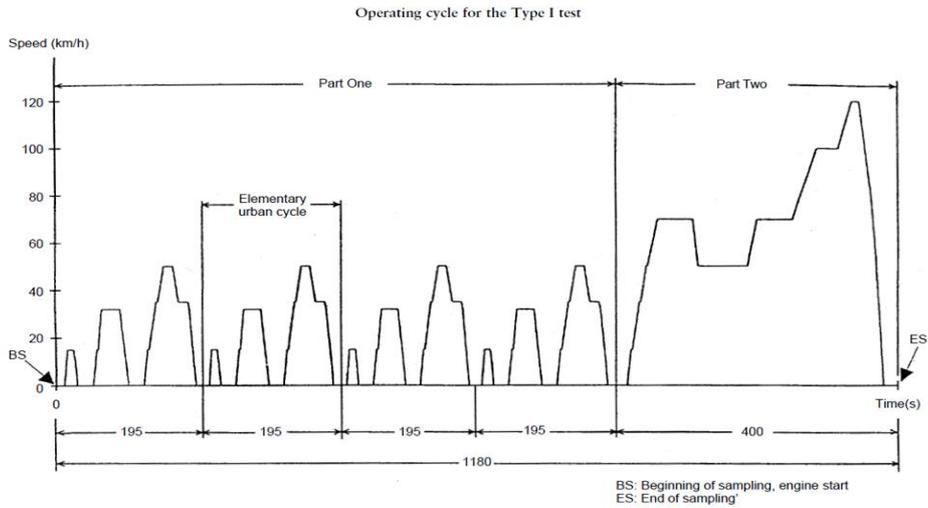


圖 5. NEDC 行車型態 [16]



圖 6. 廢氣排放量測實驗流程圖



圖 7. 動力計與實驗車之安置

飛輪等，來模擬車輛在路面上受到的阻力以及加減速的慣性力。實驗時在實驗車前面放置一個大型散熱風扇以對測試車輛進行散熱，駕駛在車內駕駛車輛加減速，引擎所受到的負載與實際行駛於道路相同。

(二) 研究軟體擅調改裝車輛之 OBD 相關參數資料，評估改裝前、後之差異

在前面的實驗過程中，改裝車輛在進行污染測試時，本研究將會利用 ScanMaster ELM327 程式 [15]跟車輛的 ECU 進行通訊，ScanMaster ELM327 程式在筆電上執行，經由

ELM327 USB 轉 OBD 連接器連接至車上的 OBD 連接埠以擷取各項參數。由於改裝前、後，ECU 的控制邏輯或參數表已經有所不同，因此，OBD 可讀取之參數值也會有所不同。本研究將著重在比對 OBD 掃描軟體讀取的那些參數具有顯著不同足以作為車輛改裝之辨識用途。此外，ScanMaster 也可以透過 OBD 讀取車輛識別數據 (VIN, CVN, CALID 等)，甚至 ECU 軟體控制版本，這些都可經由比對以了解改裝過程是否會被修改，如果這些車輛識別數據與軟體控制版本有所不同，也可作為車輛 ECU 軟體是否改裝的識別用途。

四、結果與討論

(一)使用中車輛污染排放控制系統軟體改裝對污染排放影響之實驗結果

本實驗為租用工研院排污量測實驗室進行實測，在行車型態上，美規車依規定使用之行車型態為 FTP-75，歐規車則使用 NEDC (New European Driving Cycle) 行車型態。圖 8 為搭載 OBD II 之美規車型 CLA250 行駛 FTP-75 行車型態不同污染物的取樣結果。從圖中可以看出在未改動排氣系統的情況下，三種不同 ECU 軟體之污染物排放值並未超過我國 108 年 9 月起實施之汽油汽車美規 FTP-75 測試排放法規標準值。但從圖中可以看出 NOx 在改裝後的排放量增加最多，二階 ECU 改裝情況下其排放量為原廠狀態下之 228.6%。由此可看出隨著改裝幅度的增加，由於引擎之渦輪增壓值變高及修改提前點火角度，提高燃燒效率與溫度後會

造成 NOx、THC 及 NMHC 等污染物排放增加，而 CO 排放值則變低。在油耗上，一階改裝下之油耗為最佳，可達到 11.27 km/L，二階改裝下之油耗則是最差為 11.12 km/L。

圖 9 為搭載 EOBD 系統的歐規車型 Audi A1 在行駛 NEDC 行車型態不同污染物的取樣結果。從圖中可以觀察到在未改動排氣系統的情況下，三種 ECU 改裝之污染物排放量也未超過我國汽油車 108 年 9 月起實施之法規標準值。而在個別污染物排放量上以 NOx 增加較多，在一階改裝時排

放量增加最多，為原廠狀態的 180%。其他污染物排放量則隨改裝幅度加大時，THC 及 NMHC 濃度有增加的跡象，而 CO 濃度則下降，CO₂ 則持平。此原因為車輛引擎 ECU 改裝後，修正引擎點火提前角度及提高渦輪增壓值可使其提高引擎動力輸出值，其結果造成 THC 及 NOx 污染排放增加，實驗結果也顯示符合此趨勢。而 Audi A1 的油耗在原廠狀態下的油耗是最好的，為 14.83 km/L，但隨著改裝幅度變高，油耗也隨之增加。

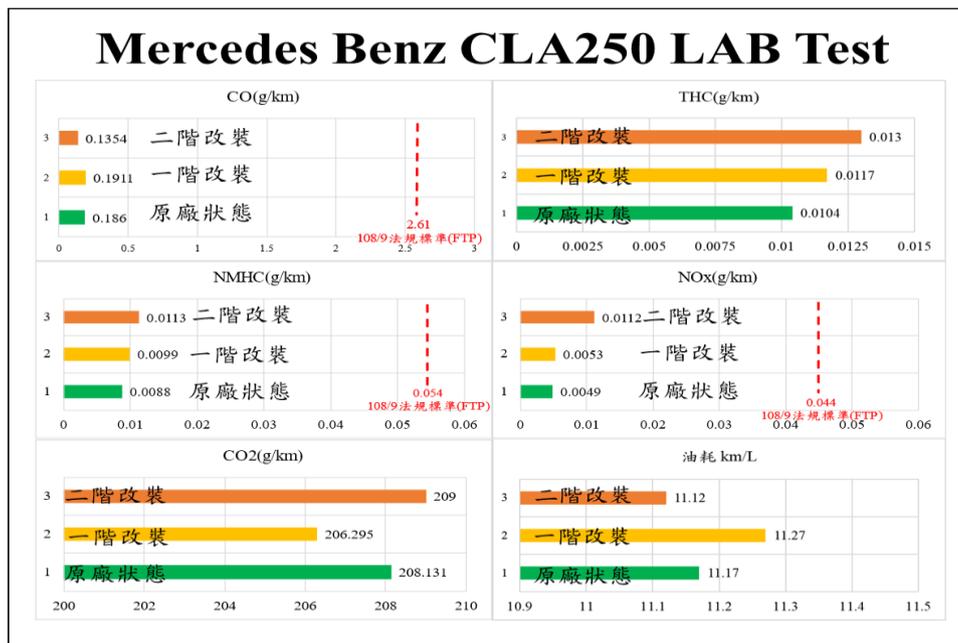


圖 8. Mercedes Benz CLA250 行駛 FTP-75 行車型態汙染物之量測結果

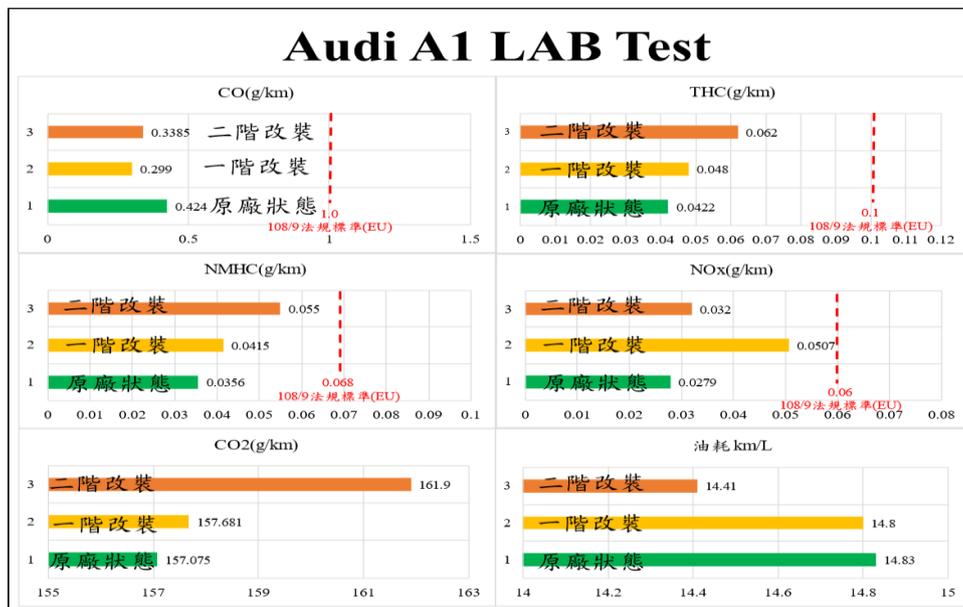


圖 9. Audi A1 行駛 NEDC 行車型態汙染物之取樣

(二) 軟體擅調改裝車輛之 OBD 相關參數資料，改裝前、後之差異分析

表 4 為兩輛實驗車做完 ECU 軟體改裝後，使用 OBD 讀取器讀取到的序號資料。從表 4 可以看到車身碼 VIN (Vehicle Identification Number) 及軟體識別碼 CALID (Software Calibration Identification Number) 皆相同，只有軟體驗證碼 CVN (Calibration Verification Number) 之序號不同。由於 CVN 主要用於確定與排放相關的軟體和/或校準數據是否適用於該車輛 (VIN) 和使用的軟體版本 (CALID)，而車輛製造商在設計 ECU 通訊界面軟體時必須設計在 OBD 軟體經由 OBD 介面下達讀取指令時，由 ECU 負責即時計算目前使用的軟體版本之 CVN 值，但計算的演算法 (如 ECU 軟體程式碼的檢查和 (Checksum)) 由各車廠自行設計。因此當車輛的 ECU 軟體被改寫後，除非改裝廠特別注意到 CVN 之不同而進行修正，讓 CVN 值與原廠數值相符，否則 CVN 值的檢驗不會隨不同改裝技師之經驗或個人喜好而有所不同，也因此其 CVN 值將會因為 ECU 軟體的改寫而得到不同的數值。而在本次研究中，也看到經過一階與二階的軟體改裝，兩部測試車讀到的 CVN 值確實與原廠數值不同。

表 5 為 Mercedes Benz CLA250 在行駛 FTP-75 行車型態實驗完成後，不同 ECU 軟體版本之 OBD 監控系統之就緒狀態。由表中可看到除了在二階改裝 ECU 軟體版本下，出現含氧感知器 (O2S) 未達到完成就緒狀態外，其餘版本及 OBD 相關系統皆可達到準備就緒狀態。由於二階 ECU 軟體改裝之重點在於搭配污染控制元件硬體之改裝，而含氧感知器為監控觸媒轉化器工作效率之重要元件，一般在改裝觸媒轉化器時常會被 OBD 系統診斷出故障而出現 DTC 故障碼

表 4. 改裝車輛不同改裝版本之 ECU 序號

	Mercedes Benz CLA250			Audi A1		
	原廠	一階改裝	二階改裝	原廠	一階改裝	二階改裝
VIN	WDDSJ4EB0GN327573			WAUZZZ8X1CB239310		
CALID	27090 11700 153824			03C9060 16DM 3525		
CVN	85BAC91C	CCCA33F8	DCD17509	EE2FED43	7F1698B1	150FD3F9

表 5. Mercedes Benz CLA250 實驗完成後之就緒狀態

OBD-II	Mercedes Benz CLA250		
	原廠狀態	一階改裝	二階改裝
ECU	Complete	Complete	Complete
Catalyst	Complete	Complete	Complete
O2S	Complete	Complete	Incomplete
O2SH	Complete	Complete	Complete
EGR	Complete	Complete	Complete
EVAP	Complete	Complete	Complete

並亮 MIL 故障燈，所以在改裝時就必須修改軟體讓改裝車輛不會出現故障碼及亮故障燈，其方式為對含氧感知器的訊號做處理或調整。本研究針對研究測試過程紀錄之 OBD 準備就緒參數來看，二階 ECU 改裝後會影響含氧感知器的準備就緒狀態，故後續可做為判定檢驗車輛有無改裝污染控制元件之重要依據之一。

圖 10 為 Mercedes Benz CLA250 ECU 軟體為原廠軟體時，OBD 系統之轉速、車速及水溫 OBD 輸出的資料。從圖中可觀察到在整個 FTP-75 行車型態測試中，轉速最高為 2,500 RPM，並未超過 3,000RPM。圖 11 為三種不同版本之 ECU 軟體引擎負載在 FTP-75 第一段行程之引擎負載資料曲線圖，從圖中可看出三種 ECU 軟體版本之引擎負載曲線幾乎重疊。因為測試實驗為 FTP-75 之行車型態，在車輛重量未變化的情況下，車輛動力輪驅動動力計所需負載應該是相同的數值，因此負載曲線重疊應屬合理。

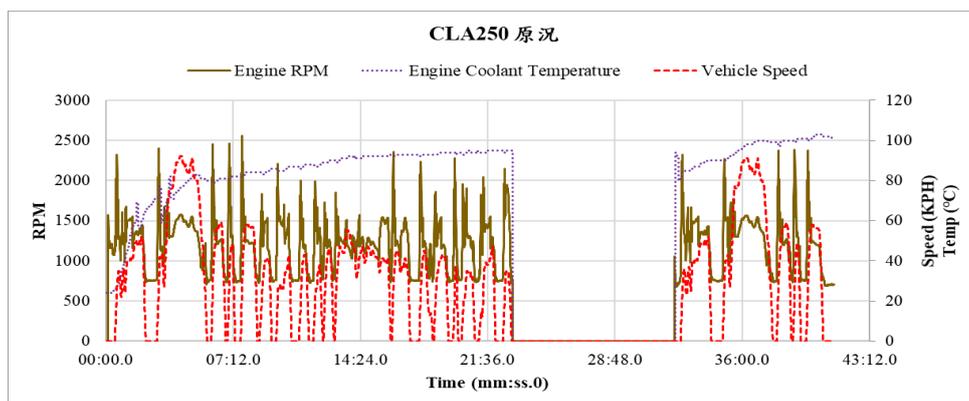


圖 10. CLA250 原廠 ECU 之轉速、車速及水溫資料

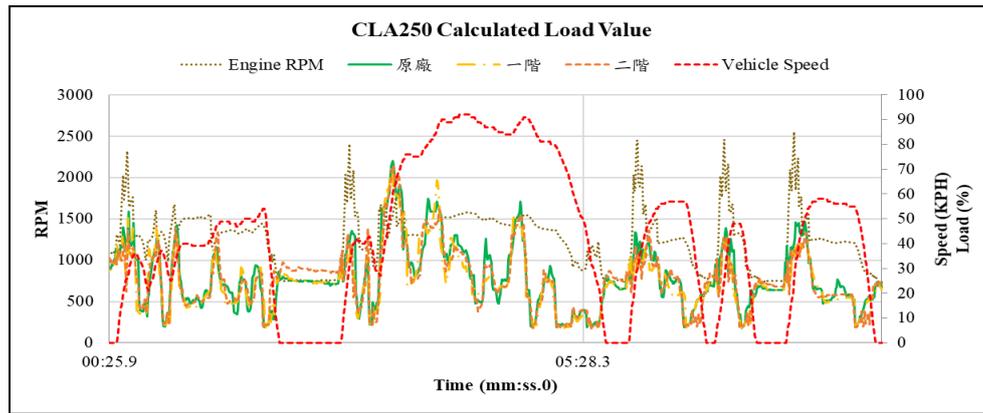


圖 11. CLA250 在 FTP-75 第一階段中各 ECU 軟體版本之負載比較

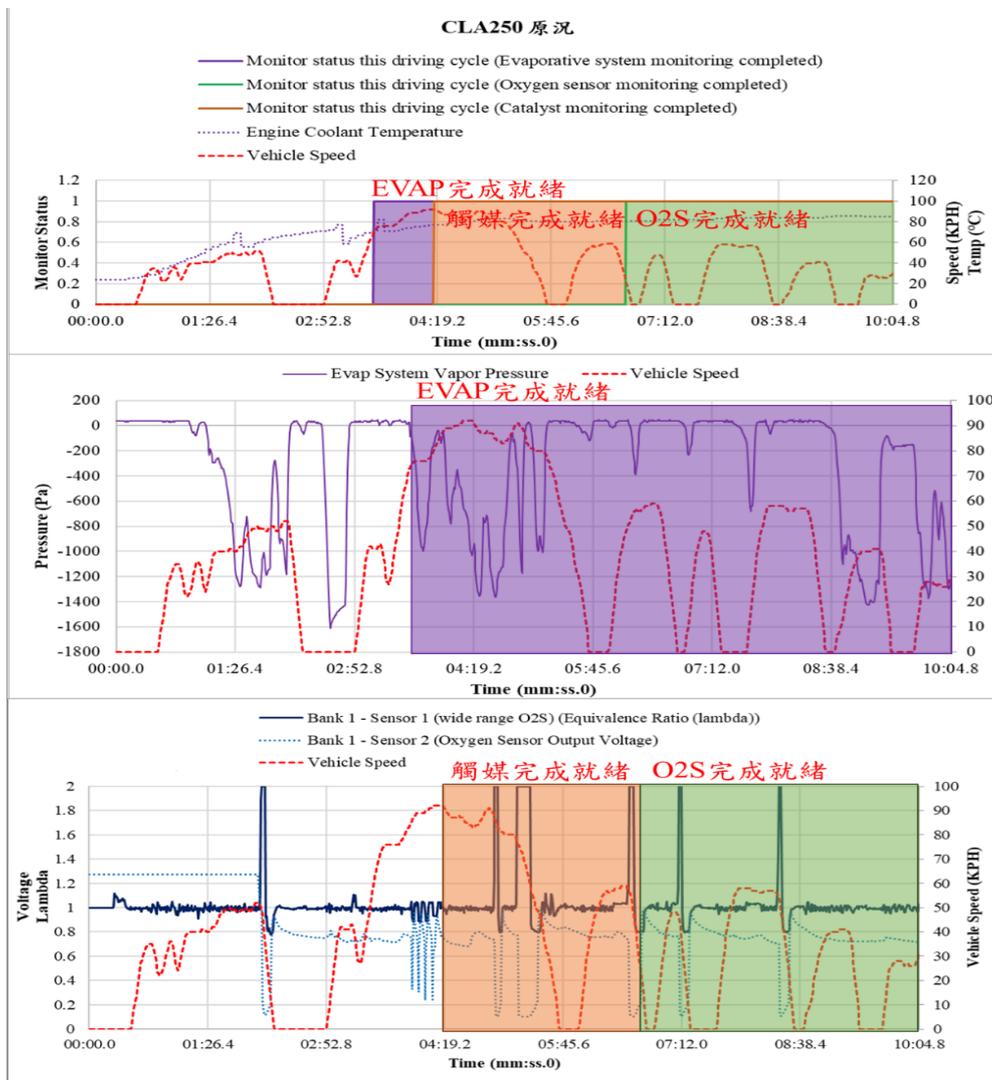


圖 12. CLA250 原廠 ECU 狀況下之 OBD 就緒情形

圖 12 顯示不同 OBD 系統就緒狀態時序。從圖中可以觀察到 EVAP 系統壓力的資料，EVAP 系統壓力下降到 -1600pa 以下再回到 0 pa 後，EVAP 監控系統即完成準備就緒。

而觸媒轉化器監控系統在時速 90 km/h 的第一次高速行駛中達成準備就緒（圖 12 約 4 分 19 秒處），對照圖 12 的 4 分 19 秒的引擎轉速穩定維持在 1,500 RPM 上下。另外從圖

12的含氧感知器變化圖可以觀察到在實驗啟動2分開始到3分52秒止，前含氧感知器穩定維持在 $\text{Lambda}=1$ ，而後含氧感知器則保持在 0.6V 以上，說明觸媒轉化器儲氧能力佳，運作良好。而在3分52秒到4分19秒區間，前、後含氧感知器有比較大的波動，可能是 ECU 軟體控制測試觸媒功能，在測試完成後判定觸媒轉化器是否準備就緒。而含氧感知器監控系統則是在車輛完成兩次加速至 60 km/h 以上並減速至靜止時完成準備就緒。

圖 13 顯示三種不同 ECU 軟體版本之觸媒溫度資料，其中二階改裝的觸媒溫度在 FTP-75 第三段剛開始時，較原廠及一階 ECU 軟體版本先高了 150°C (32:07~32:30)，而隨後

在 32:30~34:00 則是低了約 150°C ，最後在 34:00 後溫度曲線又再一次重疊。比較三者的前含氧感知器訊號，可以觀察到二階改裝的 ECU 軟體在溫度較高的區段其 Lambda 值較低，顯示其油氣較濃，有可能二階改裝在熱車起步時的控制策略與其他兩種版本不同所導致。值得注意的是，如圖 14 所示此車在二階改裝的 ECU 版本下，從實驗開始直到結束觸媒轉化器 (Catalyst) 及 EVAP 系統監控始終保持在已就緒狀態，而含氧感知器 (O2S) 之監控卻始終保持在未就緒狀態，可能和二階改裝後已修改調整第二個含氧感知器監控有關係。

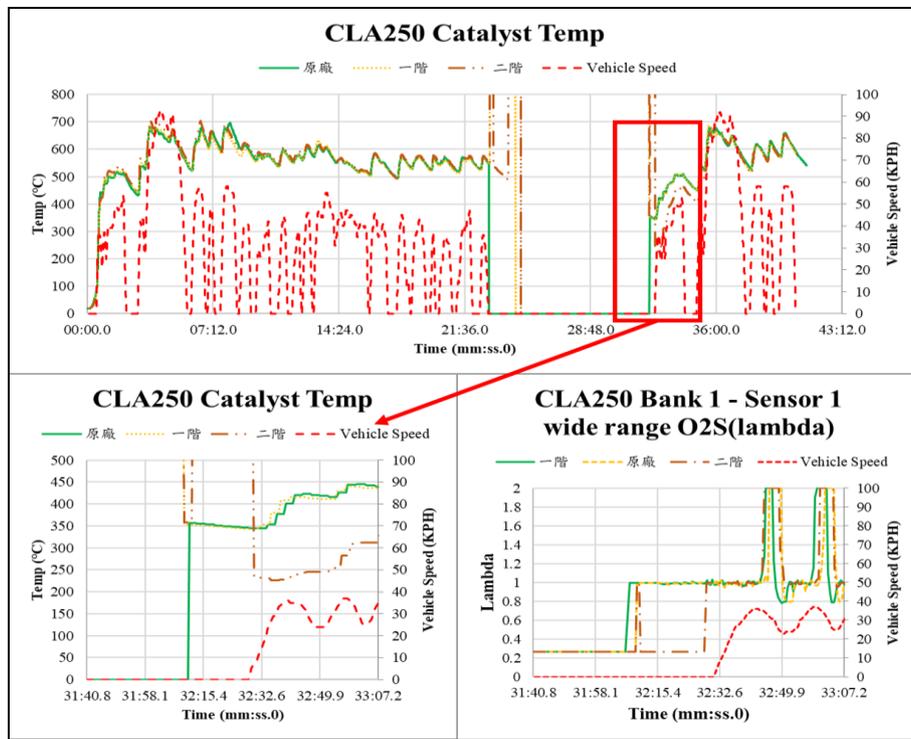


圖 13. CLA250 各 ECU 軟體版本之觸媒溫度及前 O2S 訊號比較

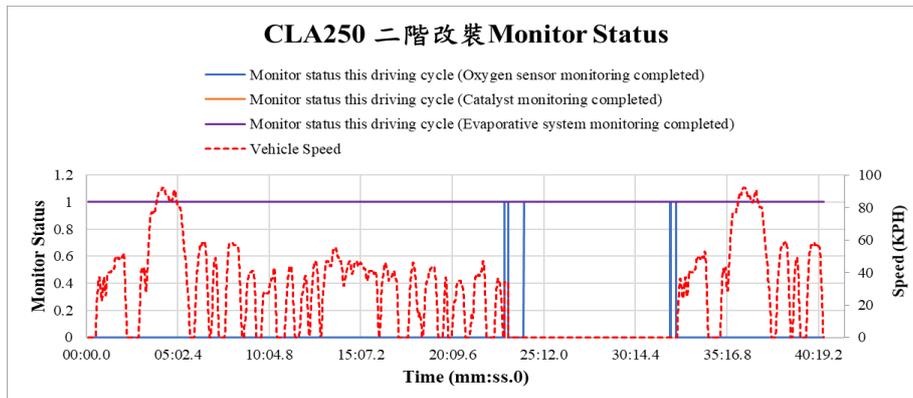


圖 14. CLA250 二階改裝 ECU 軟體之各監控系統就緒情形

表 6. Audi A1 實驗完成後之就緒狀態

EOBD	Audi A1		
	原廠狀態	一階改裝	二階改裝
ECU			
Catalyst	Complete	Complete	Complete
O2S	Complete	Complete	Complete
O2SH	Complete	Complete	Complete
EGR	Complete	Complete	Complete

表 6 顯示 Audi A1 在執行 NEDC 行車型態實驗完成後，各種不同 ECU 軟體版本 OBD 系統準備就緒狀態。由表 6 可看出不管是否有更改 ECU 之軟體，各 OBD 監控系統皆達成準備就緒狀態，可見改裝不一定會影響 EOBD 的準備就緒狀態。

圖 15 顯示 Audi A1 原廠 ECU 軟體之 OBD 訊號資料以

及系統就緒情形。由圖 15 可觀察到，Audi A1 在 NEDC 行車型態中，最高轉速不超過 2,500 RPM，而在 NEDC 行車型態第二階段開始，時速穩定維持在 70 km/h 時，觸媒系統達成就緒狀態(約在 14:30)，此時引擎轉速穩定維持在約 1,500 RPM。另外從圖 15 的含氧感知器圖形可以觀察到後含氧感知器約從第 7 分鐘開始有了變化，而在變化後到觸媒轉換器監控系統準備就緒間，前、後含氧感知器有比較大的波動，可能是 ECU 軟體控制測試觸媒功能，在測試完成後判定觸媒轉換器是否準備就緒。而含氧感知器監控系統則是在車輛完成兩次加速至 60 km/h 以上並減速至低於 60km/h 時完成準備就緒。

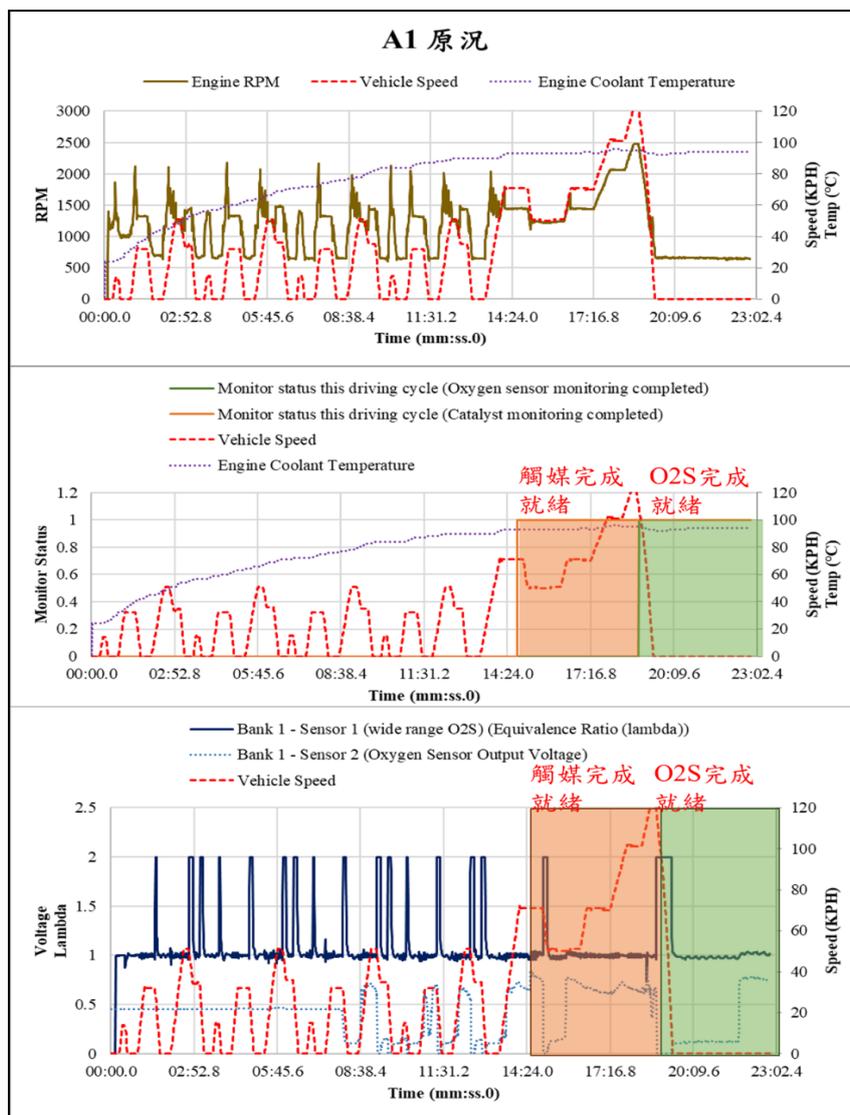


圖 15. Audi A1 原廠 ECU 之 OBD 訊號擷取以及系統就緒情形

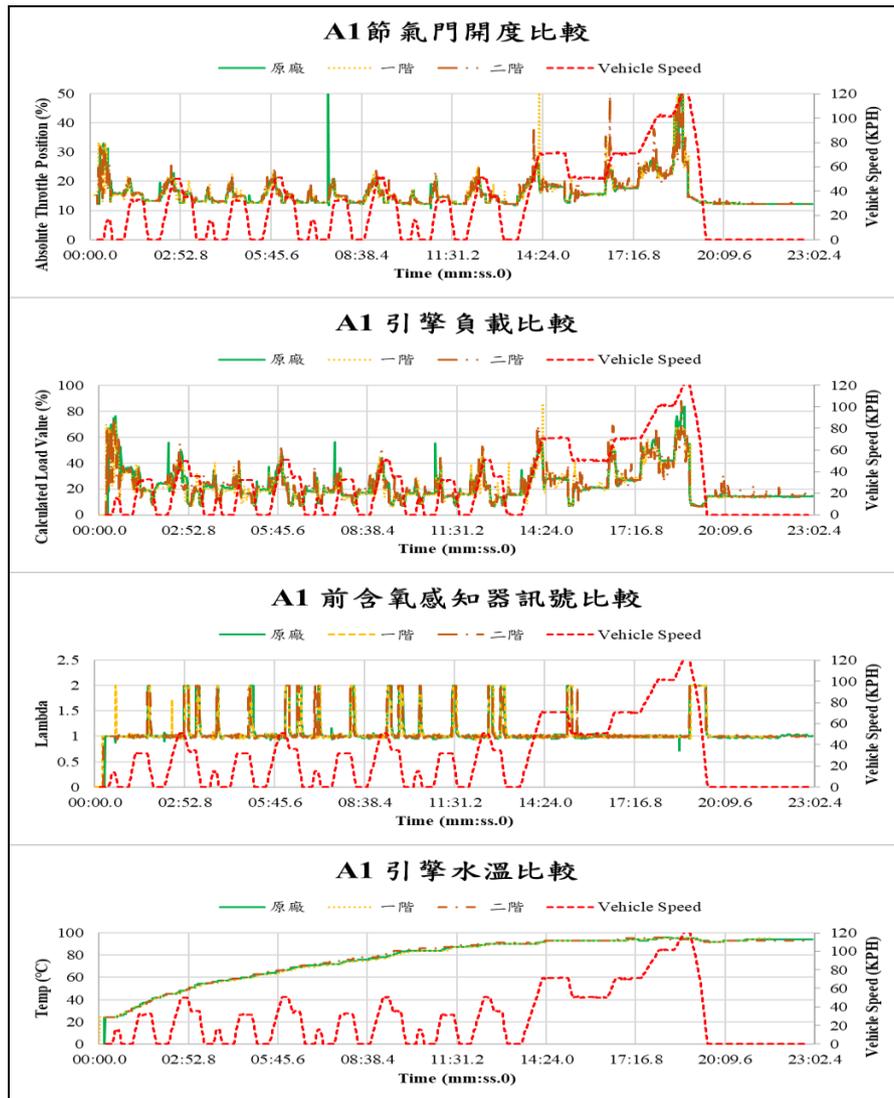


圖 16. Audi A1 各 ECU 改裝之 OBD 數據擷取比較

圖 16 顯示不同 ECU 軟體版本節氣門開度、引擎負載、前含氧感知器訊號 (Lambda) 及引擎水溫從 OBD 讀取到的資料。從圖 16 可以觀察到，在不同 ECU 軟體版本下，上述的參數訊號幾乎都是重疊，看不出有很大差異。而在實驗過程，Audi A1 在一階及二階改裝的狀況下，觸媒及含氧感知器的就緒狀態在清除故障碼進行實驗後，觸媒及含氧感知器始終保持在已就緒狀態(如圖 17)。另外，從圖 18 中 Audi A1 不同 ECU 軟體版本之後含氧感知器電壓比較，可看出當車輛達到水溫 80°C 時，後含氧感知器電壓開始起伏，原廠 ECU 軟體版本之電壓範圍為 0V ~ 0.7V，而 ECU 軟體經過改寫之後，含氧感知器訊號起伏範圍只在 0V ~ 0.2V 間，一直到車輛速度達 100 km/h 時，電壓值保持在 0.7V 左右之數值，並且在車輛從高速減速時有產生稀混合比之低電壓反應，這可

能和改裝 ECU 軟體並關閉含氧感知器監控有相關性。這種差異未來可以是辨識 ECU 軟體是否改裝的檢核點。

本次研究就此次改裝廠的軟體擅調改裝車輛之 OBD 相關參數資料，改裝前、後之差異分析可以發現有三種檢核點可提供辨識 ECU 軟體是否被擅調改裝：

1. CVN 值的更動
2. 含氧感知器的準備就緒狀態
3. 後含氧感知器電壓之變化幅度

在這三種檢核點以 CVN 值的更動不易受改裝技師之經驗或個人喜好而有所不同，其他兩種有可能會因為改裝廠之技術與能力而會有程度上的不同。然而，只要含氧感知器的準備就緒狀態未完成及後含氧感知器電壓之變化幅度異常仍可視為 ECU 軟體被改裝過的充分條件。

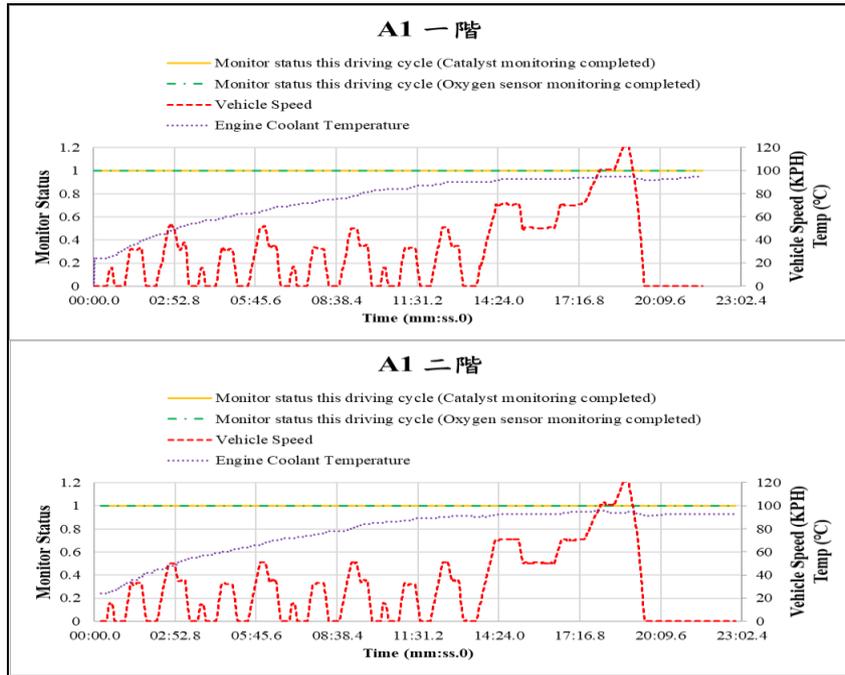


圖 17. Audi A1 ECU 改裝一階及二階之系統就緒情形

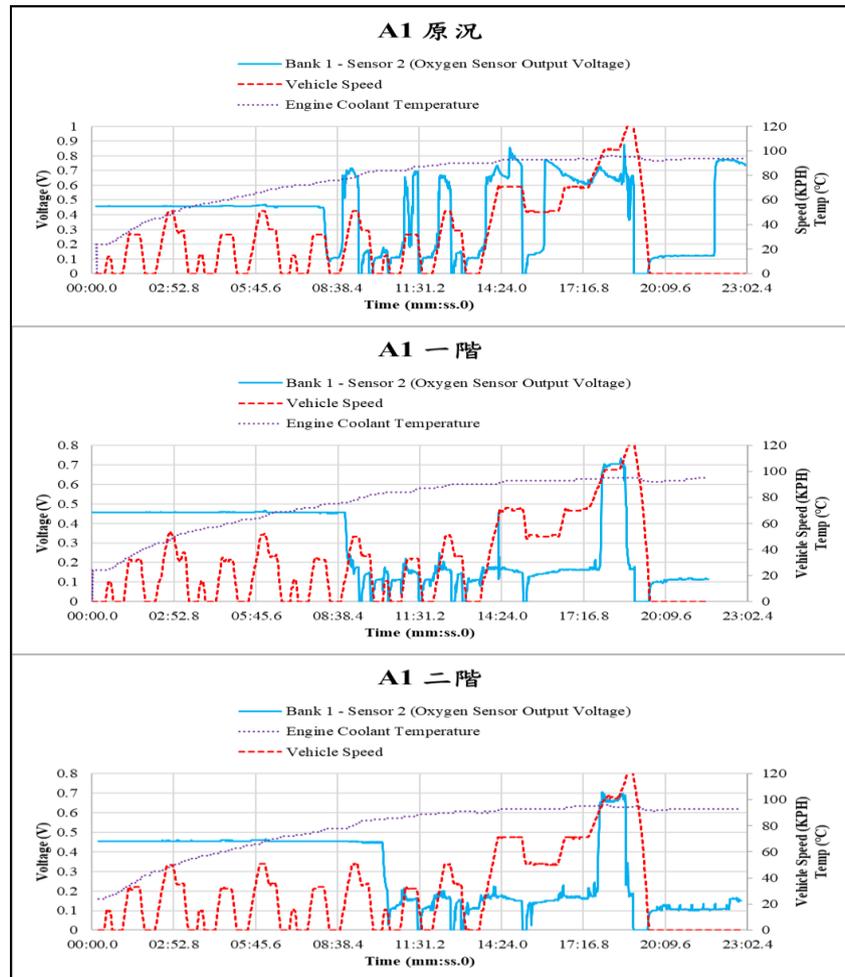


圖 18. Audi A1 各 ECU 改裝版本後含氧感知器之電壓比較

五、結論

本研究選用搭載美規 OBD II 及歐規搭載 EOBD 車上診斷系統各一款車型，改裝引擎之 ECU 軟體，並依環保署之「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」於車輛引擎電腦改裝前、後以不同惰轉轉速條件及車速條件等使用惰轉分析儀進行污染排放量測及 OBD 檢測。從實驗結果顯示不管是歐規車或是美規車，在經過 ECU 軟體改寫調整後，行駛對應之車型態時，廢氣中的 NO_x、THC、NMHC 及 CO₂ 排放值皆有增加的趨勢，而 CO 則是相對減少，但因為本研究未進行排氣系統的硬體改裝，僅先探討軟體改裝後對污染排放之差異，以及 OBD 重要參數之影響，而結果顯示其排放值可符合我國 108 年 9 月實施之汽油車污染排放標準值，但 OBD 讀取參數在準備就緒碼、ECU 軟體驗證碼 (CVN) 等均出現了差異情況。

在 OBD 資料部分，可能因為負載相同，因此大部分數據差別不大。但在準備就緒部分，美規車 CLA250 在二階改裝 ECU 軟體版本呈現 O2S 未就緒狀態。而歐規車 Audi A1 在各種改裝軟體版本皆能達到各 OBD 系統完成準備就緒狀態，這可能是改裝廠對於不同車廠及車款 ECU 軟體的解析程度不一，而且其著重點在於動力的調整，因此會因為車款的不同而無法達到完全規避 OBD 檢測法規要求以致有未就緒情況發生。但在進行 ECU 軟體改寫後，VIN 及 CALID 皆相同，CVN 之序號則呈現不同數值，可見 CVN 可以作為 OBD 檢驗中辨識 ECU 軟體改裝的參數之一。

而在本次研究中，實驗之兩輛車在行駛行車型態時，引擎轉速皆並未超過 3,000RPM，而引擎負載也幾乎都低於 60%，但 ECU 改裝之目的為使車輛在高負載時能夠獲得更多動力，以達成性能提升及省油之目的。一般在實驗室做行車型態之測試時，車輛負載較低，不容易測出 ECU 改裝前後之明顯差異，建議未來可規劃實車道路搭配車載型污染量測設備之研究測試，往後的研究能夠設計並添加能夠使車輛反應中、高負載運行之實驗污染排放，才能夠真正測試出改裝 ECU 前後之差異。

六、誌謝

本研究為環保署計畫編號 109-EPA-F-011-001 之計畫，由於環保署的支持，使本研究得以順利進行，特此致上感謝之意。

參考文獻

1. 中華人民共和國國家標準(107 年 9 月)，汽油車污染物排放限值及測量方法 (雙怠速法及簡易工況)。111 年 5 月 27 日，取自 http://www.gd-sct.com/uploadfile/file/20181120/20181120161028_1249661699.pdf。
2. 行政院環保署(民 108)，修正「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」，行政院環保署公報，第 025 卷，第 100 期，台北。
3. 林峻毅 (民 85 年)，車上診斷系統(OBD)簡介，車輛研測資訊，頁 17-22。
4. 林仁勇、王家閔、吳鴻源 (民 109)，車上診斷系統(OBD)之污染排放管制應用之研究，科學與工程技術期刊，16(2)，1-11。
5. 日本国土交通省(108 年 03 月 13 日)，車載式故障診斷裝置を活用した自動車検査手法のあり方について(最終報告書)，111 年 5 月 27 日，取自 <https://www.mlit.go.jp/common/001279097.pdf>
6. AAA website (2020) Retrieved May 27, 2022, from <https://drivinglaws.aaa.com/tag/emissions-inspection/>
7. ADEQ, Vehicle Emissions Control (VEC) (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.azdeq.gov/EmissionsTest>
8. Apexi Power FC (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.carnews.com/nocategorized/51>
9. Bluefin (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.mybluefin.co.uk/>
10. Frey, H. C., A. Unal, N. M. Roupail and J. D. Colyar (2003) On-road measurement of vehicle tailpipe emissions using a portable instrument. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 53(8), 992-1002.
11. GReddy e-manage (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.carnews.com/nocategorized/53>
12. Haltech E6X (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.carnews.com/nocategorized/182159>
13. HKS F-Con V Pro (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.carnews.com/nocategorized/182165>
14. New Hampshire government website (2022) Retrieved May 27, 2022, from <https://www.nh.gov/safety/divisions/dmv/registration/inspections-emissions/diagnostics.htm>
15. ScanMaster (2022) Retrieved May 27, 2022, from

<https://obd2-elm327.com/scanmaster-windows>

16. The European Parliament and The Council of the European Union (1998) Directive 98/69/EC of The European Parliament and of the Council relating to measures to be taken against air pollution by emissions from motor vehicles and amending Council Directive 70/220/EEC. *Official Journal of the European Union*. Retrieved May 27, 2022, from <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0069:19981228:EN:PDF>
17. The European Parliament and The Council of the European Union (2014) Directive 2014/45/EU of The European Parliament and of the Council on periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers.

Official Journal of the European Union. Retrieved May 27, 2022, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0045&from=EN>.

18. Vaitrix (2022). Retrieved May 27, 2022, from <https://www.vaitrix.tw/ecuremap>

收件：111.04.10 修正：111.05.23 接受：111.07.14